

PENGARUH SERAT KARUNG PLASTIK DAN KAPUR TERHADAP PERUBAHAN NILAI CBR PADA TANAH LEMPUNG LUNAK

Reza Irmanzah

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya
Jl. Srijaya Negara Kampus Palembang
E-mail : irmanzahreza@yahoo.co.id

Abstrak

Sifat tanah lempung lunak yang memiliki daya dukung rendah menjadi suatu permasalahan yang dihadapi dalam proses konstruksi jalan. Kondisi tanah yang stabil sangat dibutuhkan sebagai pendukung proses suatu konstruksi. Penambahan serat karung plastik dan kapur pada tanah lempung lunak ditujukan untuk perbaikan atau stabilisasi tanah tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa perubahan nilai CBR tanah lempung lunak dengan penambahan bahan serat karung dan kapur. Dalam penelitian ini digunakan persentase Serat karung plastik 0,2%, 0,4%, 0,8% dan kapur 0%, 5%, 10% dari berat kering tanah lempung lunak dengan jumlah 27 sampel. Serat karung plastik diurai dan dipotong-potong dengan ukuran 1-2 cm. Pengujian dalam penelitian ini meliputi pengujian sifat fisis tanah, pemadatan standar, dan pengujian CBR tanpa rendaman. Hasil pengujian CBR dari tanah campuran dengan variasi 0,4% serat karung dan 5% kapur adalah sebesar 12,76%. Nilai CBR tersebut mengalami peningkatan hingga 447,78% dari nilai CBR tanah asli. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan serat karung plastik dan kapur mampu memperbaiki nilai daya dukung tanah lunak.

Kata kunci: Tanah, Karung Plastik, Kapur, CBR

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan meningkatnya laju pertumbuhan kota dan penduduk membutuhkan adanya pelayanan yang seimbang dari sarana dan prasarana perkotaan tersebut. Salah satu masalah yang dihadapi adalah meningkatnya volume sampah perkotaan yang tentu saja membutuhkan pengelolaan yang tepat. Prinsip dari pengelolaan sampah adalah membersihkan kota dari sampah.. Peningkatan produksi sampah tersebut apabila tidak diolah dengan baik akan merusak lingkungan sekitar.

Pengolahan sampah perlu dilakukan demi mengantisipasi dampak negatif sampah terhadap lingkungan hidup tempat tinggal. Pemanfaatan sampah untuk bahan yang lebih berguna merupakan salah satu langkah bijak dalam pengolahan sampah yang dapat di lakukan saat ini. Salah satu pengolahan sampah dengan cara pemadatan dan pengolahan menjadi bentuk cacahan yang mungkin dapat mengurangi tumpukan sampah yang terjadi pada suatu daerah. Bentuk cacahan sampah ini dapat di gunakan sebagai bahan tambahan untuk memperbaiki daya dukung tanah yaitu pada nilai CBR tanah yang sangat penting dalam perencanaan suatu konstruksi jalan.

Karena terbatasnya lahan pembangunan dan tidak dapat dihindari lagi bahwa banyak pembangunan di atas tanah lunak, oleh karena itu perlu diadakannya perbaikan pada tanah lunak tersebut. Tanah lunak ini dapat diperbaiki dengan cara metode perbaikan tanah, salah satunya perbaikan tanah secara fisika dan uji coba yaitu dengan melakukan pencampuran tanah dengan potongan serat karung plastik dan kapur untuk dapat meningkatkan nilai CBR pada tanah, dimana

nilai CBR diperlukan untuk dapat menentukan seberapa tebal lapisan perkerasan suatu konstruksi tanah untuk perencanaan jalan. Untuk dapat mengetahui nilai CBR diperlukan adanya pengujian terhadap jenis tanah yang ada di lapangan dan pengujian dilaboratorium untuk mengetahui kondisi tanah yang akan digunakan pada konstruksi jalan tersebut.

Waristi (2009), melakukan penelitian tentang cara meningkatkan CBR dan memperkecil *swelling* tanah *sub grade* dengan metode stabilisasi tanah dan kapur. Dalam penelitian ini penelitian menggunakan bahan utama berupa campuran tanah dan kapur. Tujuan penelitian adalah menjelaskan pengaruh penambahan kapur ke dalam tanah terhadap peningkatan CBR (daya dukung tanah), *swelling*, dan mengetahui persentase kapur optimum sehingga diperoleh CBR maksimum dan *swelling* minimum. Untuk menyelesaikan penelitian ini, peneliti menggunakan metode pengujian laboratorium dengan mencampurkan bahan uji berupa tanah dan kapur dengan persentase kapur 5%, 8%, 10%, dan 12% dengan lama pemeraman benda uji selama 3 hari. Berdasarkan hasil pengujian, CBR keadaan *unsoaked* dan *soaked* terbesar dicapai pada prosentase kapur 10%, maka untuk stabilisasi tanah lempung yang paling baik yaitu dengan penambahan kapur 10%.

Anita Widiyanti (2009), juga melakukan penelitian tentang peningkatan nilai CBR laboratorium rendaman tanah dengan campuran kapur, abu sekam padi dan serat karung plastik. Penelitian ini mengkaji besarnya nilai *California Bearing Ratio* laboratorium rendaman (*soaked design CBR*) terhadap tanah yang distabilisasi

dengan kapur-abu sekam padi dan diperkuat dengan serat-serat plastik. Campuran bahan kapur 12%, kadar abu sekam padi 1 : 2 terhadap kadar kapur optimum, dan kadar serat karung plastic sebesar 0,1%, 0,2%, 0,4%, 0,8%, dan 1,2 % dari berat kering total campuran pada kepadatan maksimum dan kadar air optimum. Hasil dari penelitian ini kapur-abu sekam padi mampu meningkatkan nilai CBR rendaman hingga 867% dari nilai CBR tanah asli dan kenaikan CBR rendaman paling besar terjadi pada pada variasi kadar serat sebesar 0,2% dari berat total campuran.

1.2. Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis pengaruh penambahan *addmixture* seperti serat karung plastik dan kapur terhadap nilai CBR tanah lempung lunak.
2. Membandingkan nilai CBR tanah sebelum dan sesudah dicampur dengan bahan admixture seperti serat karung plastik dan kapur.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi Tanah

Tanah menurut Terzaghi yaitu “tanah terdiri dari butiran-butiran hasil pelapukan massa batuan massive, dimana ukuran tiap butirnya dapat sebesar kerikil-pasir-lanau-lempung dan kontak antar butir tidak tersementasi termasuk bahan organik.

Tanah terdiri dari tiga komponen yaitu udara, air dan bahan padat. Udara dianggap tak mempunyai pengaruh teknis sedangkan air sangat mempengaruhi sifat-sifat teknis tanah. Ruang di antara butiran-butiran (ruang ini disebut pori atau *voids*) sebagian atau seluruhnya dapat terisi oleh air atau udara.

2.2. Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Dalam keadaan kering sangat keras, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah (Terzaghi dan Peck, 1987).

Sifat yang khas dari tanah lempung adalah dalam keadaan kering akan bersifat keras, dan jika basah akan bersifat lunak plastis, dan kohesif, mengembang dan menyusut dengan cepat, sehingga mempunyai perubahan volume yang besar dan itu terjadi karena pengaruh air.

Sifat – sifat yang memiliki tanah lempung adalah sebagai berikut :

1. Ukuran butiran halus, kurang dari 0,002mm,
2. Permeabilitas rendah,
3. Kenaikan air kapiler tinggi,
4. Bersifat sangat kohesif,
5. Kadar kembang susut yang tinggi,

6. Proses konsolidasi lambat.

Tabel 1. Sifat tanah lempung

Tipe Tanah	Sifat	Uji Lapangan
	Sangat lunak	Meleleh diantara jari ketika diperas
	Lunak	Dapat diperas dengan mudah
Lempung	Keras	Dapat diperas dengan tekanan jari yang kuat
	Kaku	Tidak dapat diremas dengan jari, tapi dapat digencet dengan ibu jari
	Sangat kaku	Dapat digencet dengan kuku ibu jari

Tabel 2. Daya Dukung Tanah Dihubungkan Dengan Nilai CBR

CBR (%)	DAYA DUKUNG TANAH
2 % - 5 %	Jelek
6 % - 9 %	Sedang
> 9 %	Baik

Pengembangan tanah seperti juga penyusutan, biasanya tanah terkekang dibagian atas permukaan tanah, sehingga merusak struktur diatasnya, seperti perkerasan jalan.

2.3. Pengertian Sampah

Sampah merupakan bahan padat buangan dari kegiatan rumah tangga, pasar, perkantoran, rumah penginapan, hotel, rumah makan, industri ataupun aktivitas manusia lainnya sehingga dengan kata lain, sampah merupakan hasil sampingan dari aktivitas manusia yang sudah tidak terpakai. (Setyo Purwendro, 2004)

Serat karung plastik merupakan bentuk uraian dari karung plastik. Karung plastik merupakan barang yang biasa di anggap sudah tidak terpakai dan dibuang oleh pemiliknya. Karung plastik termasuk jenis sampah anorganik yaitu sampah yang sulit terurai atau bahkan tak dapat di uraikan dan tidak mengandung unsur karbon.

2.4. Kapur

Kapur adalah sebuah benda putih dan halus terbuat dari batu sedimen, membentuk bebatuan yang terdiri dari mineralkalsium. Biasanya kapur relatif terbentuk di laut dalam dengan kondisi bebatuan yang mengandung lempengan kalsium plates (*coccoliths*) yang dibentuk mikroorganisme *coccolithophores*. Biasanya lazim juga ditemukan batu api dan *chert* yang terdapat dalam kapur.

Kapur merupakan salah satu bahan bangunan yang tidak asing lagi bagi kita, namun tidak banyak yang mengetahui asal kapur terbentuk, jenis kapur apa yang baik untuk bahan bangunan dan bagaimana proses pembuatan kapur untuk bahan bangunan.

Sifat-sifat kapur :

- a) Plastis,

- b) Dapat mengeras dengan cepat sehingga memberi kekuatan pengikat
- c) Mudah dikerjakan tanpa melalui proses pabrik
- d) Menghasilkan rekatan yang bagus untuk mortar/plesteran.

2.5. Pemadatan Tanah

Pemadatan tanah adalah suatu proses upaya memaksimalkan kepadatan tanah yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan tanah, mengurangi besarnya penurunan yang tidak stabil dan menaikkan daya tahan tanah terhadap erosi.

Proctor (1993), mendefinisikan empat variabel pemadatan tanah yang sering juga disebut dengan *standard proctor* yaitu :

- a. Usaha pemadatan (energi)
 - b. Jenis tanah (gradasi, kohesif atau tidak, ukuran butir)
 - c. Kadar air
 - d. Angka pori atau berat isi kering
- Terdapat dua jenis pemadatan, yaitu :

1. Pemadatan Standar
 - Alat penumbuk 2,45 kg dan tinggi jatuh 30,5 cm serta energi tumbukan 593,7 kJ/m³
 - Jumlah lapisan 3 lapis dengan 25 tumbukan per lapis.
2. Pemadatan Modified
 - Alat penumbuk 4,54 kg dan tinggi jatuh 45,7 cm serta energi tumbukan 2710,5 kJ/m³
 - Jumlah lapisan 5 lapis dengan 56 tumbukan per lapis.

Untuk perhitungan berat volume kering dengan rumus :

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{100 + \omega} \quad (1)$$

Dimana :

γ_d = berat volume kering
 ω = kadar air (%)

Dari grafik berat isi tanah kering terhadap kadar air dari hasil percobaan didapat berat volume kering maksimum dan kadar air optimum yang sesuai dengan berat volume kering maksimum. Pada grafik tersebut ada garis *zero air void* (ZAV) yang didapat dengan rumus :

$$\gamma_d = \frac{G_s \cdot \gamma_w}{1 + G_s \cdot \omega} \quad (2)$$

Dimana :

G_s = berat jenis butiran tanah
 γ_w = berat volume air

2.6. CBR (California Bearing Ratio)

Harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban. CBR (*California Bearing Ratio*) adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu lapisan tanah atau perkerasan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Percobaan dilakukan untuk menilai kekuatan tanah dasar atau bahan lain yang hendak di pakai untuk

pembuatan perkerasan.

CBR merupakan suatu perbandingan antara beban percobaan (*test load*) dengan beban Standar (*Standard Load*) dan dinyatakan dalam persentase. Dinyatakan dengan rumus :

$$CBR = \frac{p_t}{p_s} \quad (3)$$

Keterangan : P_t = *test unit load* (psi)

P_s = *standard unit load* (psi)

dengan *Standard Unit Load* pada harga-harga penetrasi pada Tabel 3.

Tabel 3. *Standard Unit Load*

Penetrasi (inch)	Standard Unit Load (psi)
0.1	1000
0.2	1500
0.3	1900
0.4	2300
0.5	2600

3. METODELOGI

3.1. Pekerjaan Persiapan

Sampel tanah lunak diambil di sekitar daerah Universitas Sriwijaya Kampus Indralaya. Sampel yang diambil berupa tanah terganggu (*Disturbed soil*). Kapur yang akan digunakan yaitu Kapur tohor dari CV. Cenom Mandiri Padang Panjang, Sumatera Barat.

Kemudian bahan karung plastik diambil jenis karung plastik bekas dari karung beras yang sudah tak terpakai. Serat dari karung plastik bekas yang dilepas anyamannya.

3.2. Pengujian Index Properties

1. Pengujian *Atterberg Limit*
 Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan standar ASTM D 423-66 dan ASTM D 424-74.
2. Pengujian Analisa Butiran Tanah
 Pengujian dilakukan dengan mengacu pada standar ASTM D 421 dan ASTM D 422.
3. Pengujian Berat Jenis Tanah (*Spesific Gravity*)
 Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-854.
4. Pengujian Kadar Air
 Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-2216-90.

Tabel 4. Standar Pengujian Laboratorium

No.	Pengujian	Standar
1	Kadar air	ASTM D-2216-90
2	Berat Jenis	ASTM D-854
3	Batas-batas Atterberg	ASTM D 423-66 dan ASTM D 424-74
4	Analisa Saringan dan Hidrometer	ASTM D 421 dan ASTM D 422

3.3. Pengujian Pemadatan Tanah Standar (Standard Compaction Test)

Pengujian ini menggunakan standar AASHTO T-180.

3.4. Pengujian CBR *Unsoaked* Tanah Asli

Pengujian ini menggunakan standar ASTM 1883-99. Tujuan digunakannya pengujian ini yaitu untuk mengetahui nilai CBR tanah asli untuk dibandingkan dengan pencampuran tanah asli dengan serat karung plastik dan kapur.

3.5. Pembuatan Benda Uji

Untuk pembuatan benda uji adapun langkah-langkah yang akan dilaksanakan adalah sebagai berikut:

1. Kadar kapur yang digunakan dalam penelitian yaitu sebesar 0%, 5%, dan 10%.
2. Serat karung plastik yang digunakan kemudian dipotong-potong secukupnya dengan gunting yaitu dengan ukuran 1 cm-2 cm dengan kadar serat 0,2%, 0,4%, dan 0,8%.
3. Setelah itu tanah yang telah dicampur dipadatkan dalam silinder pemadatan CBR dengan pemadatan standar.
4. Langkah terakhir dilakukan pengujian CBR kondisi tidak terendam dengan kalibrasi 2,1.

Tabel 5. Variasi Persentase Campuran dan jumlah sampel

Kode Sampel	Jumlah Sampel
Kp 0% + skp 0,2%	3
Kp 0% + skp 0,4%	3
Kp 0% + skp 0,8%	3
Kp 5% + skp 0,2%	3
Kp 5% + skp 0,4%	3
Kp 5% + skp 0,8%	3
Kp 10% + skp 0,2%	3
Kp 10% + skp 0,4%	3
Kp 10% + skp 0,8%	3
Jumlah Sampel	27

Keterangan: Skp adalah serat karung plastik
Kp adalah kapur

3.6. Pengujian CBR *Unsoaked* untuk Tanah Campuran

Uji CBR dengan cara *unsoaked* (kondisi tidak terendam), digunakan untuk menentukan nilai CBR tanah lempung lunak yang telah dicampur dengan bahan serat karung plastik dan kapur sesuai kadar yang telah ditentukan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Indeks Propertis Tanah dan Pemadatan Standar.

Berdasarkan hasil pengujian Indeks Propertis Tanah dan Pemadatan tanah standar ini maka didapatkan hasil seperti tabel di bawah ini.

Tabel 6. Variasi Persentase Campuran dan jumlah sampel

Jenis Pengujian Tanah	Hasil
Kadar Air Asli	33,75 %
Berat Jenis (Gs)	2.53 gr/cc
Tanah Lolos Saringan No.200 (<0,075mm)	61,02 %
Batas Cair (LL)	48 %
Batas Plastis (PL)	21,2 %
Indeks Plastis (IP)	26,8 %
Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO	A-7-6
Klasifikasi Tanah Menurut USCS	Lempung anorganik (CL)

4.2. Hasil Pengujian CBR Tanah Asli

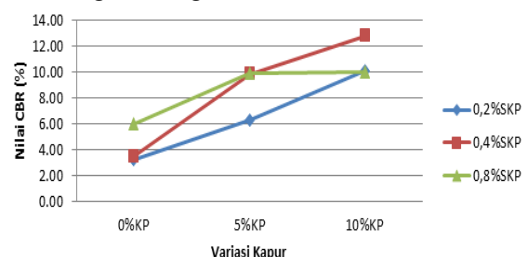
Hasil pengujian CBR *Unsoaked* tanah asli adalah sebesar 2,33 %. Hasil pengujian yang didapat akan dibandingkan dengan hasil pengujian tanah campuran.

4.3. Hasil Pengujian CBR Tanah Campuran

Tabel 7. Hasil Nilai CBR untuk tanah dengan variasi campuran

Kode Sampel	Nilai CBR Penetrasi 0,1"
tanah asli	2.33
Kp 0Skp 0,2	3.20
Kp 0 Skp 0,4	3.55
Kp 0 Skp 0,8\	5.95
Kp 5 Skp 0,2	6.29
Kp 5 Skp 0,4	9.82
Kp 5 Skp 0,8	9.89
Kp 10 Skp 0,2	10.10
Kp 10 Skp 0,4	12.76
Kp 10Skp 0,8	9.93

Berdasarkan gambar grafik di bawah ini. Pada variasi 0,4% serat karung, nilai CBR cenderung meningkat. Pada variasi ini terdapat nilai CBR tertinggi pada campuran 0,4% serat karung dan 10% kapur yaitu sebesar 12,76%. Sedangkan untuk variasi 0,8% serat karung dalam penambahan kadar kapur 10% nilai CBR mengalami penurunan jika dibandingkan dengan nilai CBR pada variasi sebelumnya namun meningkat apabila dibandingkan dengan nilai CBR tanah asli.

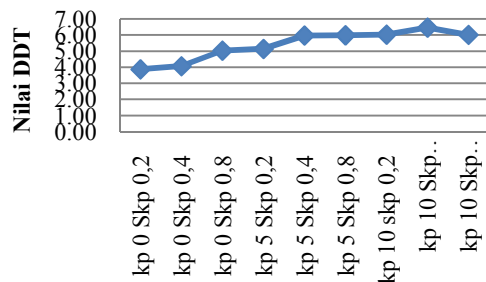


Gambar 1. Grafik Nilai CBR Tanah Campuran

4.4. Hasil Perhitungan Daya Dukung Tanah

Tabel. 8. Hasil Nilai DDT tanah campuran

Variasi Campuran	Nilai DDT
0% kapur + 0,2% serat karung plastik	3.87
0% kapur + 0,4% serat karung plastik	4.06
0% kapur + 0,8% serat karung plastik	5.03
5% kapur + 0,2% serat karung plastik	5.14
5% kapur + 0,4% serat karung plastik	5.97
5% kapur + 0,8% serat karung plastik	5.98
10% kapur + 0,2% serat karung plastik	6.02
10% kapur + 0,4% serat karung plastik	6.46
10% kapur + 0,8% serat karung plastik	6.01



Gambar 2. Grafik Nilai DDT tanah campuran

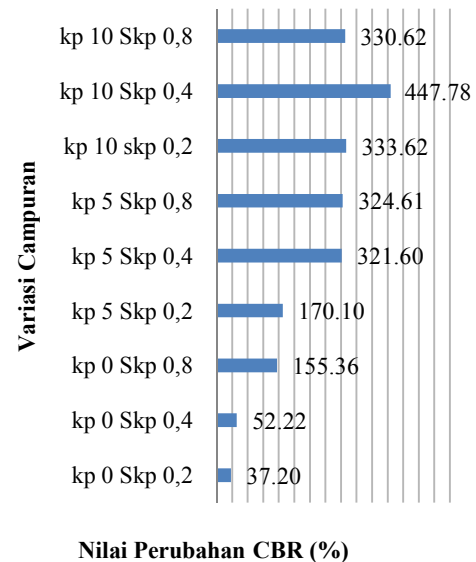
Nilai daya dukung tanah tertinggi terletak pada variasi 10% kapur dan 0.4% serat karung plastik.

4.5. Analisa dan Pembahasan

Analisa dan pembahasan akan dilakukan berdasarkan hasil perhitungan dari data-data sebelumnya yaitu mencakup perubahan nilai CBR campuran terhadap tanah asli. Berikut merupakan hasil perubahan nilai CBR.

Tabel 9. Perubahan Nilai CBR tanah campuran terhadap tanah asli

Sampel	Perubahan CBR (%)
kp 0 Skp 0,2	37.198
kp 0 Skp 0,4	52.22
kp 0 Skp 0,8	155.36
kp 5 Skp 0,2	170.10
kp 5 Skp 0,4	321.60
kp 5 Skp 0,8	324.61
kp 10 skp 0,2	333.62
kp 10 Skp 0,4	447.78
kp 10 Skp 0,8	330.61



Gambar 2. Grafik Nilai Perubahan CBR

Penambahan serat karung dan kapur dapat meningkatkan nilai CBR tanah hingga mencapai 447,78% dari tanah asli yaitu pada penambahan 0,4% serat karung dan 10% kapur.

Peningkatan tersebut terjadi dikarenakan serat karung memiliki sifat fisis tidak rapuh atau lapuk apabila ditarik dengan tangan, sehingga mempunyai perlawanan tarik dan kapur memiliki daya lekat yang diakibatkan dari kalsiumnya yang dapat memberikan ikatan antar butir pada tanah. Meningkatnya daya lekat antar butir tanah dan bidang geser tanah dari perlawanan tarik serat karung inilah yang menyebabkan peningkatan nilai CBR tanah ini.

Pada variasi campuran 0,8% serat karung dan 10% kapur nilai CBR mengalami penurunan dari kadar sebelumnya yaitu pada kadar 0,4% serat karung dan 10% kapur. Hal ini menunjukkan bahwa dalam kadar kapur 10%, penambahan serat karung 0,4% adalah maksimal. Nilai CBR yang turun pada variasi ini disebabkan oleh terlalu banyaknya serat karung yang mengakibatkan rusaknya struktur tanah karena mengalami lepas butiran tanah atau daya lekatnya berkurang.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Tanah yang digunakan dalam penelitian merupakan tanah lempung dengan kadar air sebesar 33,75%, berat jenis 2,53. Dengan batas cair 48% dan batas plastis 21,2% didapat nilai indeks plastis sebesar 26,8%.
2. Berdasarkan klasifikasi tanah sistem AASTHO tanah ini termasuk dalam kelompok tanah A-7-6.
3. Berdasarkan sistem klasifikasi tanah USCS jenis sampel tanah yang dipakai digolongkan sebagai *inorganic clays of medium plasticity* (tanah lempung anorganik dengan plastisitas sedang) atau dilambangkan CL.

4. Nilai CBR tanah asli adalah sebesar 2,33%.
 5. Untuk nilai CBR tanah campuran didapat nilai CBR tertinggi yaitu sebesar 12,76% pada variasi 10% kapur dan 0,4% serat karung plastik. Nilai ini meningkat hingga 447,78% dari nilai CBR tanah asli.
 6. Pada variasi 0,8% serat karung dan 10% kapur nilai CBR mengalami penurunan dari variasi sebelumnya yaitu pada variasi 0,4% serat karung dan 10% kapur. Hal ini menunjukkan bahwa dalam variasi kapur 10%, penambahan serat karung 0,4% adalah variasi yang optimal.
- 5.2. Saran**
1. Pada variasi campuran kapur 10% dan penambahan serat karung plastik 0,8% perlu dilakukan penelitian lagi terhadap perubahan nilai CBR.
 2. Perlu diadakan penelitian terhadap jenis tanah selain tanah lempung lunak untuk memastikan apakah penambahan variasi kapur dan serat karung memang meningkatkan nilai CBR tanah asli.
 3. Untuk penelitian selanjutnya, variasi campuran serat karung plastik dan kapur sebaiknya digunakan kadar variasi yang lebih banyak agar mendapatkan hasil yang lebih baik

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Basriyanta. 1999. *Memanen Sampah*. Kanisius : Yogyakarta.
- 2) Cassagrande, A. 1948. *Classification and Identification of soil*, Transactions ASCE, Vol. 113. pp. 901.
- 3) Chen, F.H, 1975. *Foundation on Expansive Soil*. New York : Elsevier Science Publishing Company.
- 4) Craig, R.F. 1989. *Soil Mechanics*. Spon Press.
- 5) Das, Braja. 2011. *Principles of Foundation Engineering 7th*. Cengage : USA.
- 6) E. Bowles P.E, Joseph.1989. *Analisis dan Disain Pondasi*. Erlangga : Jakarta.
- 7) Kementerian Lingkungan Hidup. SNI 19-3241-1992. *Tata Cara Pemilihan Lokasi TPA*. Badan Standarisasi Nasional.
- 8) Kementrian Lingkungan Hidup. SNI 19-2454-2002. *Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan*. Badan Standarisasi Nasional.
- 9) Mustofa, A. 1994. *Kamus Lingkungan*. Rineka Cipta : Jakarta.
- 10) Prihanto, Dwi Ir. 1996 . *Sampah dan Pengelolaannya*. PPPGT/VEDC : Malang.
- 11) Purwendo, Setyo. 2004. *Mengolah Sampah untuk Pupuk dan Pestisida Organik*. Penebar Swadaya.
- 12) Suardi Enita. 2005, “Studi Pengaruh Aditif Semen Terhadap Konsolidasi Tanah Lempung”, Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil volume 1, Padang.
- 13) Sukandarrumidi. 2004. *Bahan Galian Industri*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- 14) Sukirman, S. 1992. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova : Bandung.
- 15) Terzaghi and Peck. 1987. *Mekanika Tanah dalam Paktek Rekayasa jilid 1*. Erlangga : Jakarta.
- 16) Widiyanti, Anita. 2009. *Peningkatan Nilai CBR Laboratorium Rendaman Tanah dengan Campuran Kapur, Abu Sekam Padi dan Serat Karung Plastik*. Jurnal Semesta Teknik, Vol.12, No.1, 21-27.
- 17) Warsiti, 2009. *Meningkatkan CBR dan Memperkecil Tanah Sub Grade dengan Metode Stabilisasi Tanah dan Kapur*. Laporan Penelitian. Semarang. Politeknik Negeri Semarang.